Über das durchsichtig erstarrte Blutserum und Hühnereiweiss und über das Eiweiss der Nesthocker

von

Dr. Oskar Zoth,

Assistenten am physiologischen Institute der k. k. Universität in Graz.

I. Das durchsichtig erstarrte Blutserum von Koch.

Seit Robert Koch bei seinen Untersuchungen über die Ätiologie der Tuberculose zuerst das durchsichtig erstarrte Blutserum dargestellt und verwendet hat, sind Jahre vergangen, während welcher dieser Nährboden, wie die Wissenschaft, für deren Zwecke er erfunden wurde, immer weitere Verbreitung und Anwendung fanden; aber die sonderbare, bis dahin allen Beobachtern entgangene Eigenschaft des Blutserums, bei bestimmter Temperatur durchsichtig zu erstarren, hat keine Erklärung gefunden, ja es wurde nicht einmal ein ernstlich zu nehmender Erklärungsversuch gemacht.

Die Aufgabe, welche ich mir in der vorliegenden Arbeit gestellt habe, betrifft erstens die nähere Untersuchung der Bedingungen, welche für das durchsichtige Erstarren des Blutserums nothwendig sind, welche es befördern oder begünstigen und welche es hindern oder verzögern; zweitens die Ermittelung der physikalischen Eigenschaften und der Reactionen der durchsichtigen Gallerte.

Von den Bedingungen, von welchen die Darstellung des durchsichtig erstarrten Blutserums abhängig ist, wurde bisher nahezu ausschliesslich eine einzige, allerdings eine Hauptbedingung berücksichtigt, nämlich die Temperatur; freilich, wie man einer vergleichenden Betrachtung verschiedener, besonders

aus Fabriken oder auch aus Laboratorien stammender, als „durchsichtig" erstarrt bezeichneter Serumgallerten entnehmen kann, mit sehr verschiedener Aufmerksamkeit. Gemeinhin wird mit Rücksicht auf die von Koch[1] zuerst angegebene, für das durchsichtige Erstarren günstigste Mitteltemperatur von 65° Erhitzung auf 62 bis 68° anempfohlen. Als Erstarrungszeit gab Koch für diese Temperatur eine halbe bis eine Stunde an, indem er gleichzeitig darauf aufmerksam machte, dass sich das Serum von verschiedenen Thieren nicht gleich verhält. Am schnellsten von den seinerseits in Verwendung gezogenen Serumarten erstarrt das Hammelserum, am langsamsten das Kälberserum. Endlich ist noch bekannt, dass eine desto grössere Consistenz, aber auch Undurchsichtigkeit der Gallerte bei verkürzter Erstarrungszeit erreicht wird, je näher die Erstarrungstemperatur der oberen angegebenen Grenze liegt, dass dagegen das Erstarren umso langsamer erfolgt und umso schwerer eine festere Consistenz der Gallerte, wohl aber eine gute Durchsichtigkeit derselben erreicht wird, je näher die Erstarrungstemperatur der unteren angegebenen Grenze liegt.

Und das ist nun so ziemlich Alles, was bis jetzt über die Entstehungsbedingungen des durchsichtig erstarrten Blutserums bekannt geworden ist. Aber es lässt sich daraus der Einfluss der Temperatur auf die Bildung der Gallerte ersehen und etwa so kurz zusammenfassen:

1. Das reine Blutserum erstarrt durchsichtig bei Temperaturen von circa 65°.

Den Einfluss der Concentration auf das durchsichtige Erstarren des Blutserums habe ich in Betracht gezogen. Man konnte nämlich vermuthen, dass das Blutserum vielleicht eine Flüssigkeit sei, die gerade von einer Concentration wäre, dass sie ohne weiteres nicht, wohl aber nach Abdunsten von nur wenig Wasser zur Erstarrung bei einer gewissen Temperatur gebracht werden könnte. Daran war zu denken, weil beim längeren Verweilen im Erstarrungskasten und bei dem der Erstarrung gewöhnlich vorausgeschickten discontinuirlichen Sterilisiren an 5 bis 8

[1] Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte. Berlin, 1884, 2. Bd., S. 48.

aufeinander folgenden Tagen bei Temperaturen von 58 bis 52° durch Zeiten von einer halben bis zu 2 Stunden immerhin Wasserverdunstung und damit Concentration des Serums stattfinden kann.

Zunächst lässt sich nun aber zeigen, dass eine solche beim gewöhnlichen Darstellungsprocesse der durchsichtigen Serumgallerte etwa statthabende Concentration ohne merkbaren Einfluss auf die Gestehung bleibt. Ich bediente mich zu diesen und den folgenden Versuchen meistentheils des leicht in grösseren Mengen erhältlichen Rinderblutserums, welches aus dem Blutkuchen auf dem von Rollett[1] angegebenen Sammeltrichter gewonnen worden war. Dieses Serum war ganz klar und regelmässig auch noch in Schichten von mehreren Centimetern Dicke schön gelb, erst dickere Schichten nahmen eine röthliche Färbung an. Gelegentlich wurden auch Versuche mit Blutserum vom Pferde, Hammel, Hund und Kaninchen angestellt.

Zwei Reihen von Eprouvetten wurden mit je 8 cm^3 Serum auf die Eprouvette beschickt; die einen wurden in der gewöhnlichen Weise mit Watte verpfropft, die anderen wurden zugeschmolzen. Hierauf wurden beide Reihen in ganz gleicher Weise gleichzeitig dem discontinuirlichen Sterilisationsprocesse unterworfen, sodann zur Erstarrung gebracht. Alle erstarrten gleichzeitig, gleich durchsichtig und gleich fest. Auch die Menge der wässerigen Flüssigkeit, welche sich bei der Erstarrung von der Gallerte scheidet und an deren Oberfläche ansammelt, war in beiden Reihen nicht merkbar verschieden. In der einen Reihe ist Verdunstung durch den Wattepfropf wie bei der üblichen Darstellungsmethode des festen Blutserum-Nährbodens möglich gewesen, in der anderen war eine Verdunstung durch das Zuschmelzen der Röhrchen verhindert. Es zeigte sich also durch diesen Versuch, dass bei den gebräuchlichen Manipulationen mit dem Serum keine Verdunstung oder Concentration eintritt, welche von Einfluss auf das durchsichtige Erstarren wäre.

Aber auch absichtlich herbeigeführte bedeutendere Concentration und bedeutende Verdünnung zeigten sich von keinem wesentlichen Einflusse auf das durchsichtige Erstarren. In der

---

1 Über die als Acidalbumine und Alkalialbuminate bezeichneten Eiweissderivate. Diese Sitzungsber., Jahrg. 1881, Bd. 84, III. Abth., S. 347 f.

von Rollett[1] angegebenen Weise durch ein- oder mehrmaliges Ausfrieren concentrirtes Serum — und diese Concentration ist ziemlich ausgiebig, denn das specifische Gewicht kann dadurch um 2—$5^0/_0$ erhöht werden — erstarrt ebenfalls durchsichtig. Die Unterschiede, die sich beim Erstarren solchen concentrirten und nicht concentrirten Serums ergeben, sind nur graduell: Je concentrirter das Serum ist, desto eher erstarrt es, desto fester, aber auch — in mässigem Grade — weniger transparent wird die Gallerte.

Der Einfluss der Verdünnung des Serums auf die Erstarrung wurde folgendermassen untersucht: 6 Reihen von Eprouvetten wurden mit Blutserum vom Rinde beschickt. Das Serum der ersten Reihe blieb ohne Zusatz, das verdünnte der zweiten hatte $5^0/_0$, das der dritten $10^0/_0$, der vierten $20^0/_0$, der fünften $30^0/_0$, der sechsten $50^0/_0$ Wasserzusatz. Alle Eprouvetten wurden gleichzeitig in den Erstarrungskasten bei 65° eingelegt. Der Verlauf eines solchen Versuches ist als Beispiel in Folgendem übersichtlich dargestellt.

Versuch 1.

Reihe	Wasserzusatz	Nach Stunden					
		2	3	4	6	8	12
1	0	Beginnt zu gelatiniren	Erstarrt				
2	$5^0/_0$			Beginnt zu gelatiniren	Erstarrt		
3	$10^0/_0$				Beginnt zu gelatiniren	Erstarrt	
4	$20^0/_0$	Flüssig, opalisirend				Erstarrt	
5	$30^0/_0$						Erstarrt
6	$50^0/_0$			Erstarrt auch bei längerem Verweilen im Erstarrungskasten nicht mehr			

[1] L. c. S. 337 f.

Ganz ähnlich verlaufen alle derartigen Versuche. Man sieht, wie früher beim concentrirten Serum, dass die Erstarrungszeit von der Concentration abhängig ist. Man sieht weiters auch, dass das Blutserum eine recht ansehnliche Verdünnung — bis um 30% Wasser — verträgt, ohne die Fähigkeit zu verlieren, eine gewisse Zeit auf 65° erhitzt, durchsichtige Gallerten zu bilden. Diese so entstandenen Gallerten sind wieder desto durchsichtiger und weicher, je verdünnter das Serum war. Die Menge der nach dem Erstarren über der Gallerte angesammelten wässerigen Flüssigkeit wächst mit zunehmender Verdünnung des Serums; sie betrug in dem angeführten Versuche 1 etwa 8 Volumprocente bei der 30% zugesetztes Wasser enthaltenden Verdünnung (Reihe 5). Aus der Möglichkeit, die Concentration des Blutserums in so weiten Grenzen zu variiren und dennoch immer — nur unwesentlich von einander verschiedene — durchsichtige Gallerten zu erhalten, ergibt sich also der Schluss:

2. Die Concentration des Blutserums ist innerhalb weiterer Grenzen von keinem wesentlichen Einflusse auf das durchsichtige Erstarren.

Der nächste Factor, den ich bezüglich seines Einflusses auf das durchsichtige Erstarren des Blutserums untersuchte, war die Reaction desselben. Ich verstehe hierunter die Reaction auf Lakmus, welche bekanntlich eine ziemlich stark „alkalische“ ist.[1] Ich möchte es aber nicht unterlassen, gleich hier zu betonen, dass ich auch eben nur diese Reaction auf Lakmus darunter verstanden haben möchte, als eine Eigenschaft des Serums, die ich gerade herausgreife, wie ich es mit der Concentration gemacht, und dass ich, wenn im Folgenden von einer Neutralisation der alkalischen Reaction des Serums die Rede sein wird, darunter wieder nur Säurezusatz bis zur neutralen Reaction auf Lakmus verstehe, nichts weiter.

Die Reaction auf Lakmus wurde in der Weise ermittelt, dass das Serum mittelst eines Glasstabes in Tropfen auf Streifen von gut bereitetem Lakmuspapiere aufgebracht wurde, die auf

[1] Zuntz, Zur Kenntniss des Stoffwechsels im Blute. Centralbl. f. die med. Wissensch., 1867, Nr. 51.

Lassar, Zur Alkalescenz des Blutes. Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 44 f. u. a.

weissen Hartglasplättchen lagen. Dann wurde mit destillirtem Wasser abgespült, und es tritt — wie man sich mit verdünnten Alkalien oder Säuren überzeugen kann, noch bei sehr starker Verdünnung dieser letzteren — deutliche Reaction an den von den Tropfen bedeckt gewesenen Stellen ein. Diese Methode steht nicht sehr hinter der Verwendung der Liebreich'schen Gypsplättchen, die ich übrigens ebenfalls in Gebrauch hatte, zurück.

Die Versuche, die ich zur Aufdeckung des Zusammenhanges zwischen Reaction auf Lakmus und durchsichtigem Erstarren anstellte, zerfallen naturgemäss in zwei Reihen: Verminderung und Vermehrung der alkalischen Reaction. Die Verminderung der alkalischen Reaction wurde durch Zusatz von verdünnter Essigsäure bewirkt, bis zur deutlich schwächeren, bis zur amphoteren und endlich zur sauren Reaction; durch Zusatz einer $10^0/_0$-igen Lösung von kohlensaurem Natron wurde die alkalische Reaction verstärkt. Ein Versuch, welcher über den Einfluss der Reaction im Allgemeinen orientirt, ist in Folgendem wiedergegeben:

Versuch 2.

Reihe	Blutserum vom Rinde	Nach Erhitzen auf 65°		Des erstarrten Serums		
		1 Stunde	$1^1/_2$ Stunden	Durchsichtigkeit	Farbe	Consistenz
1	Stark alkalisch	Beginn des Gelatinirens	Erstarrt	Sehr durchsichtig	Stärker gelb	weniger fest
2	weniger alkalisch				gelb	„
3	normal			durchsichtig	weniger gelb	fest
4	etwas angesäuert, noch schwach alkalisch			durchscheinend	gelblich	fest
5	neutral	Erstarrt	—	undurchsichtig	weisslich	sehr fest
6	schwach sauer					
7	stark sauer					„

Aus diesem Versuche geht schon hervor, dass das Blutserum beim Erhitzen auf 65° nur so lange durchsichtig erstarrt, als seine Reaction eine alkalische ist.

Der Übergang von der undurchsichtigen zur durchsichtigen und von den weniger durchsichtigen bis zu den stark durchsichtigen Gallerten ist ein allmäliger. Versetzt man gleiche Mengen von Blutserum mit wachsenden Mengen von kohlensaurem Natron oder freiem Alkali, so erhält man nach dem Erstarren Reihen bezüglich der Durchsichtigkeit und Consistenz, und diese Reihen sind gegenlaufend: je durchsichtiger ein Serum ist, desto weniger fest ist seine Consistenz; jedoch wächst die Durchsichtigkeit rascher, als die Consistenz abnimmt, d. h. mit anderen Worten: wenn man sich mit dem Alkalizusatze in gewissen engeren Grenzen hält, kann man grosse Durchsichtigkeit bei noch verhältnissmässig wenig geänderter Consistenz der Gallerte erzielen. Diese Grenzen sind jedoch auch für das Serum einer und derselben Art nicht jedesmal genau die gleichen. Ein paar solcher Durchsichtigkeitsreihen, die ich erhalten habe, seien im Folgenden verzeichnet. Des Zusatz des Alkalis erfolgte aus einem Tropfglase, welches Tropfen von 37 mm^3 im Mittel lieferte.

Versuch 3.

Auf je 10 cm^3 Blutserum vom Rinde 10%ige Lösung von kohlensaurem Natron:

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
mm^3	0	37	74	111	148	222	296	370

Erstarrt nach 3 Stunden bei 65°. Alle Gallerten recht fest, von 1—8 zunehmend durchsichtig.

Versuch 4.

Auf je 5 cm^3 Blutserum vom Rinde 10%ige Lösung von kohlensaurem Natron:

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
cm^3	0	0·18	0·2	0·3	0·45	0·55	0·74

Erstarrt nach 3½ Stunden bei 65°. Alle Gallerten fest, doch 6 und 7 wenig. Alle sehr durchsichtig.

Versuch 5.

Auf je 8 cm^3 Hammelblutserum 1%ige Natronlauge:

Nr.	1	2	3	4	5	6
mm^3	0	37	74	111	148	185

Erstarrt nach 4 Stunden bei 65°. Nr. 1 trüb, die anderen zunehmend klarer; bei auffallendem Lichte in dicken Schichten grau.

Auch auf die Erstarrungszeit ist ein Alkalizusatz von — verkürzendem — Einfluss, was besonders deutlich wird, wenn man diese Zeit durch zeitweiliges Herabsetzen oder bleibendes Niedrigerstellen der Temperatur, letzteres natürlich nicht unter den für das Erstarren nöthigen Minimalwerth, verlängert, wie in folgendem Versuche:

Versuch 6.

Nach Stunden	Auf je 8 cm^3 Blutserum vom Rinde 12%ige Lösung von kohlensaurem Natron					
Nr.	1	2	3	4	5	6
mm^3	0	37	74	148	222	296
3						sehr locker
4					beginnt	erstarrt
5				beginnt	locker	
6			beginnt	locker	erstarrt	
7	beginnt	beginnt	locker	schwappend		
8	locker	locker	schwappend	erstarrt		
9	schwappend	erstarrt	erstarrt			
10	erstarrt					

Die Temperatur des Kastens wurde für 62° regulirt. Alle Stunden wurde der Kasten behufs Durchsicht der Eprouvetten circa 5 Minuten geöffnet.

Bei starkem Alkalizusatze, besonders leicht bei Verwendung von Kali- oder Natronlauge, erhält man beim Erhitzen auf 65° nur mehr halbweiche Consistenz; endlich bei Zusatz von viel Lauge eher Verflüssigung unter gleichzeitiger Bildung von Schwefelalkalien, die sich durch den beim Zusatze von Essigsäure entweichenden Schwefelwasserstoff oder mit Nitroprussidnatrium in ziemlicher Menge nachweisen lassen. Beim Erhitzen solcher stark alkalischer Serumproben tritt zugleich eine Verfärbung ins Hellgelbe und der ekelhaft süssliche Geruch auf, den man beim Erhitzen auch des Eieralbumins mit starken Laugen wahrnimmt. Ein Versuch, in welchem die vorerwähnten Erscheinungen auftraten, ist z. B. der folgende:

Versuch 7.

Auf je 5 *cm*³ Blutserum vom Rinde 15⁰/₀ige Kalilauge:

Nr. .	1	2	3	4	5	6	7
*mm*³	0	37	74	111	148	185	222

Erstarrt nach 3½ Stunden bei 65°. Nr. 1, 2, 3 zunehmend durchsichtig, abnehmend fest, 3 schon ziemlich weich, je etwa 0·6 *cm*³ ausgepresste wässerige Flüssigkeit über der Gallerte. Die Gallerten in 4 und 5 fallen beim Aufstellen der während des Erstarrens geneigten Eprouvetten zusammen, nur der obere in dünner Schichte ausgebreitet gewesene Theil etwas fester, sonst zähflüssig; an der Oberfläche eine wässerige Schichte noch deutlich gesondert. 6 und 7 dünnflüssig, 7 dünner als 6 und leichter flüssig als vor dem Einlegen in den Erstarrungskasten. Von Nr. 3 an in allen flockige Niederschläge am Grunde der Eprouvette. Farbe zunehmend hellgelb im Vergleiche zum unversetzten Serum.

Bemerkenswerth ist das Verhalten der stärker alkalisch gemachten Serumproben beim Erhitzen auf höhere, und zwar Temperaturen von 95—100° Auch da erstarrt das Serum, die Erstarrungszeit beträgt jedoch für die gleichen Quantitäten bedeutend weniger, für 5 bis 10 *cm*³ in einer Eprouvette 1 bis 2 Minuten; die Durchsichtigkeit ist bedeutend herabgesetzt, wenn frisch mit Alkali versetztes Serum verwendet wird, so dass ein weniger alkalisirtes Serum, das bei 65° noch durchsichtig erstarrt, 1 bis 2 Minuten ins siedende Wasserbad getaucht, nur mehr durchscheinend oder fast undurchsichtig wird und erst bei höherem Alkalizusatze durchsichtige Gallerten gibt. Hingegen ist

die Festigkeit erhöht, so dass ein stärker alkalisches Serum, welches bei 65° nicht mehr oder nur mehr schlecht erstarrt, beim Erhitzen auf 95—100° noch feste Gallerten liefern kann. Bei steigendem Alkaligehalte tritt aber die Bildung dieser bei höheren Graden des Alkalizusatzes schon halbweichen und schwappenden Gallerten nicht in der Hitze, sondern erst beim nachträglichen Erkalten auf. Beim Wiedererwärmen schmilzt die Gallerte dann und gesteht wieder beim Abkühlen; diese Procedur kann mehreremale wiederholt werden. Bei längerem Erhitzen auf 95—100° jedoch verlieren diese Gallerten die Eigenschaft, beim Abkühlen zu gestehen, die Flüssigkeit wird dünn und bleibt es beim Erkalten. Farbe, Niederschlag und Geruch treten ganz so wie bei den entsprechenden flüssig bleibenden Gallerten im Erstarrungskasten (Versuch 7) auf. Ein Versuch, welcher diese Beobachtungen veranschaulicht und der als Parallelversuch zu dem oben citirten angestellt wurde, ist im Folgenden dargestellt:

Versuch 8.

Auf je 5 *cm*³ Serum vom Rinde		Nach $^3/_4$ stündigem Erhitzen auf 65°	Erhitzung auf 95—100°
Nr.	Kalilauge 15% in *mm*³		
1	0	fest, durchscheinend	2 Minuten; fest, undurchsichtig
2	37	weniger fest, mässig durchsichtig	2 Minuten; fest, kaum durchscheinend
3	74	ziemlich weich, schon durchsichtig	weniger fest, etwas durchsichtig, beim Erkalten fester, beim Wiedererwärmen nicht schmelzend
4	111	zusammenfallend, zähflüssig, durchsichtig	zähflüssig, beim Abkühlen zu einer noch ziemlich festen durchsichtigen, schmelzbaren Gallerte gestehend

Auf je 5 cm^3 Serum vom Rinde		Nach $^3/_4$ stündigem Erhitzen auf 65°	Erhitzung auf 95—100°
Nr.	Kalilauge 15% in mm^3		
5	222	dünnflüssig, durchsichtig	dünnflüssig, beim Abkühlen zu einer sehr durchsichtigen, schwappenden, schmelzbaren Gallerte gestehend. Nach $^1/_4$ stündigem Erhitzen auf 95—100° beim Abkühlen keine Gestehung mehr

Es zeigt sich aus den angeführten Versuchen, was die Frage von dem Einflusse der Reaction des Blutserums auf dessen durchsichtiges Erstarren anbelangt, wenn man das wichtigste wieder kurz zusammenfasst:

3. Die Reaction ist von wesentlichem Einflusse auf das durchsichtige Erstarren des Blutserums, in der Weise, dass durchsichtiges Erstarren nur bei alkalischer Reaction eintritt und dass die Durchsichtigkeit eine desto grössere und die Festigkeit der entstehenden Gallerten eine desto geringere ist, je grösser ein gemachter Alkalizusatz war.

Bezüglich ihres Einflusses auf das durchsichtige Erstarren besteht zwischen der Erstarrungstemperatur, der Concentration und der Reaction des Serums ein gewisser Zusammenhang. Es ist bekannt, dass man durch vorsichtigen Zusatz von Kalilauge schon bei gewöhnlicher Temperatur aus concentrirtem Blutserum durchsichtige Gallerten erzeugen kann. Nicht concentrirtes Serum mit Alkali versetzt erstarrt bei niedriger Temperatur nicht, wohl aber, wie wir gesehen haben, um 65° herum — auch ohne künstliche Erhöhung seiner alkalischen Reaction.

Bei Temperaturen gegen 100° endlich kann man durch stärkeren Alkalizusatz das sonst undurchsichtig erstarrende Serum zum durchsichtigen Erstarren bringen.

Schliesslich hat es mich nebenbei interessirt, zu erfahren, ob vielleicht nur einem und welchem der beiden bekannten Eiweisskörper des Serums die Eigenschaft zukomme, beim Erhitzen seiner alkalischen Lösung durchsichtige Gallerten zu bilden. Ich habe mir zu diesem Zwecke mittelst Dialyse oder durch Fällung des verdünnten Serums mit Essigsäure aus Rindsblutserum globulinarme Lösungen des Albumins erzeugt, welche dann durch wiederholtes Ausfrieren auf die Concentration des normalen Serums gebracht und mit Kalilauge versetzt wurden. Solche Lösungen erstarren je nach dem Alkalizusatze im Erstarrungskasten durchscheinend bis mässig durchsichtig. Eine concentrirte Globulinlösung, die durch Aufnehmen des Dialysator-Bodensatzes in Kalilauge hergestellt wurde, erstarrte beim Erhitzen im kochenden Wasserbade zu einer sehr festen Gallerte, welche nicht viel mehr trübe und opalisirend war, als die Lösung vor dem Erstarren. Auf das hin muss wohl beiden Eiweisskörpern, dem Albumin wie dem Globulin, eine Betheiligung an der Bildung der durchsichtigen Blutserumgallerten zugesprochen werden.

Der Einfluss von Salzen auf Coagulationsvorgänge in Flüssigkeiten, die gelatinirende Substanzen enthalten, wurde im Dorpater Laboratorium genauer untersucht,[1] und wurde dabei festgestellt, dass mit wachsendem Salzgehalte die Gerinnungszeit ab-, also die Gerinnungsgeschwindigkeit zunehme und gleichzeitig die Festigkeit, Dichte, Undurchsichtigkeit des Gerinnsels wachse.

Dass sich die Blutserumgallerten, welche durch Erhitzen des Blutserums auf Temperaturen um 65° erhalten werden, ganz ebenso verhalten, zeigen Versuche, bei welchen dem natürlichen oder mit Alkali versetzten Serum concentrirte Neutralsalzlösungen in wachsenden Mengen zugesetzt werden, wie im folgenden:

---

[1] Kieseritzky, Die Gerinnung des Faserstoffes, Alkalialbuminates, und Acidalbumins verglichen mit der Gerinnung der Kieselsäure. Dissert. Dorpat, 1882.

A. Rosenberg, Vergleichende Untersuchungen betreffend das Alkalialbuminat, Acidalbumin und Albumin. Dissert. Dorpat, 1883.

Versuch 9.

Auf je 10 cm^3 Serum vom Rinde	mm^3 conc. Chlornatriumlösung	0	37	74	185	370
10%ige Lösung von kohlensaurem Natron, mm^3:	Reihe	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*
0	I Nummern	1	2	3	4	5
222	II Nummern	6	7	8	9	10
370	III Nummern	11	12	13	14	15

Die in höherem Grade mit Chlornatrium versetzten (Reihe *D*, *E* erstarren früher als die weniger gesalzenen, die ohne Natriumcarbonatzusatz am schnellsten, schon in 45 Minuten (Nr. 4, 5). Nach $2^1/_2$ Stunden ist das Serum in allen Eprouvetten gelatinirt, und zwar: *A*—*E* jeder Reihe I—III zunehmend undurchsichtig und fest, die Nummern *E* (5, 10, 15) nur mehr durchscheinend; I—III jeder Reihe *A*—*E* zunehmend durchsichtig und weich.

Man kommt also mit Rücksicht auf solche Versuchsergebnisse und die allgemeiner schon von Kieseritzky untersuchten Bedingungen der Coagulation für das durchsichtige Gelatiniren des Blutserums zu dem Schlusse:

4. Der Salzgehalt ist von Einfluss auf das durchsichtige Gelatiniren, insoferne er dasselbe befördert und die Festigkeit der entstehenden Gallerten zu erhöhen, deren Durchsichtigkeit aber herabzusetzen geeignet ist.

Ein Hämoglobingehalt des Serums wird vielfach — schon von Koch[1] — als das durchsichtige Erstarren beeinträchtigend hervorgehoben und Kieseritzky[2] weist dem Blutfarbstoffe eine ähnliche Rolle wie den Salzen zu. Ich stellte diesbezüglich auch Versuche mit meinen Serumgallerten an. Defibrinirtes Blut wurde durch Zusatz des gleichen Volumens Wasser lackfarbig gemacht und filtrirt. Von dieser stark roth gefärbten Flüssigkeit

---

[1] L. c. S. 47.
[2] L. c.

wurde nun zu Serum derselben Blutart tropfenweise zugesetzt, und zwar wieder zu natürlichem unveränderten, und zu Serum, welches mit kohlensaurem Natron versetzt war, von 1 bis zu 10 Tropfen auf je 5 *cm³*. Ich konnte innerhalb dieser Grenzen weder eine Beeinflussung der Erstarrungszeit, noch der Festigkeit der entstandenen Gallerten feststellen. Nur die Durchsichtigkeit schien beeinträchtigt, aber auch nicht durch eine Trübung der Gallerten wie etwa bei Salzzusatz, sondern durch die Färbung derselben. Sie erscheinen nach dem Erstarren in durchfallendem Lichte braunroth, im auffallenden grauroth, ziemlich stark opalisirend. Das Absorptionsspectrum dieser Farbe zeigt ein schmales dunkles Band an der Stelle des ersten Streifens des reducirten Hämatin, eine kaum merkbare Verdunkelung an der Stelle des zweiten Hämatinstreifens und eine starke Verdunkelung vom violetten Ende her.

5. Von einem wesentlichen Einflusse ist also, wie sich zeigt, ein Hämoglobingehalt oder genauer: ein Gehalt an lackfarbigem Blute auf das durchsichtige Erstarren des Serums nicht.

Ich habe keine anderen Bedingungen des durchsichtigen Erstarrens des Blutserums untersucht, indem ich glaubte, mit den besprochenen die wichtigsten und naheliegenden berücksichtigt zu haben. Unter diesen habe ich eine Bedingung gefunden, im Vergleiche mit welcher alle anderen, die Temperatur mit inbegriffen, an zweite Stelle zu setzen sind: die alkalische Reaction des Serums. Wir werden uns dieser Entstehungsbedingungen der durchsichtigen Blutserumgallerten wohl erinnern, wenn wir später unsere Schlüsse auf die Natur derselben ziehen, nachdem wir ihre Eigenschaften und Reactionen kennen gelernt haben, zu deren Besprechung als dem zweiten Theile der mir anfangs gestellten Aufgabe ich jetzt übergehe.

Ich will hauptsächlich von den aus natürlichem, reinem Blutserum durch Erhitzen auf Temperaturen um 65° erzeugten Gallerten sprechen und werde nur dann, wenn von einer anderen die Rede ist, diese ausdrücklich bezeichnen. Auf die Eigenschaften der Gallerten, welche schon im Vorgehenden als in unmittelbarem Zusammenhange mit ihrer Bildung stehend be-

rücksichtigt worden sind, die Consistenz, Durchsichtigkeit und Erstarrungsfähigkeit werde ich hier nicht wieder eingehen.

Die durchsichtigen Gallerten bläuen gut bereitetes rothes Lakmuspapier.

Werden sie mit dem Dialysator über Wasser gesetzt oder werden Stückchen derselben unmittelbar in Wasser gelegt, so entzieht ihnen das letztere Alkali, während die Gallerte zugleich aufquillt und allmälig die alkalische Reaction verliert. Dieses Quellungsvermögen ist verschieden für gesalzene und für mit Alkali versetzte Gallerten. So sind z. B. in einem Versuche binnen 40 Stunden Gallertstückchen von je circa 2·5 cm^3 Volumen in destillirtem Wasser gequollen:

Gesalzenes Serum (10 Tropfen concentrirte Chlornatriumlösung auf 10 cm^3; erstarrt) um 36%,
normales Serum (erstarrt). um 60%,
stärker alkalisches Serum (8 Tropfen 10%ige Lösung von kohlensaurem Natron auf 10 cm^3; erstarrt) . um 197%.

Die Quellung ist also in entgegengesetztem Sinne abhängig vom Alkali- und vom Salzgehalte, durch einen stärkeren Alkaligehalt wird die Quellbarkeit erhöht, durch einen stärkeren Salzgehalt herabgesetzt.

In der Wärme schmelzende und beim Erkalten wieder gestehende Gallerten kann man, wie früher[1] gezeigt worden ist, durch gewissen Alkalizusatz zum normalen Blutserum erzeugen. Die Gallerten, welche aus normalem Serum im Erstarrungskasten durch Erhitzen auf 65° dargestellt werden, zeigen dieses Verhalten nicht. Sie erweichen beim Erwärmen nur etwas und schmelzen, setzt man den Stückchen wenig Wasser zu oder lässt man sie vorher anquellen, nur an der Oberfläche unbedeutend ab.

Durchsichtig erstarrtes Serum wurde mit dem Wiegemesser fein zerschnitten und vier Tage gegen destillirtes Wasser dialysirt. Der stark gequollene Brei wurde nach Abtropfen der überschüssigen Flüssigkeit auf dem Wasserbade in einer Schale erhitzt: dabei tritt kein wirkliches Schmelzen der Gallertpartikel ein. Wird aber hierauf abgekühlt, dann erstarrt die ganze Masse

---

[1] S. 149.

zu einer festen zusammenhängenden Gallerte, die aus der umgekehrten Schale nicht mehr herausfällt. Beim Wiedererwärmen wird die Masse wieder dünnflüssig und lässt sich leicht mit dem Glasstabe umrühren oder aus einer Schale in die andere giessen, ohne dass jedoch eine vollständige Schmelzung der einzelnen die Gallerte zusammensetzenden Bröckchen eingetreten wäre. Diese Proceduren können mehrmals wiederholt werden.

In einem Überschusse von Wasser lösen sich die Gallerten im kochenden Wasserbade langsam, aber schliesslich vollständig, bei Temperaturen um 40° nur theilweise auf. Einige Eigenschaften solcher Lösungen werden uns noch später beschäftigen.

Eine zunehmende Gelbfärbung beim Erhitzen der Gallerten und ihrer Lösungen findet man nur bei den stark mit Alkali (Kali- oder Natronlauge[1]) versetzten, bei den aus normalem Serum erhaltenen Gallerten nicht.

15 cm^3 durchsichtig erstarrter Blutserumgallerte wurden fein zerschnitten und der Dialyse gegen täglich gewechseltes destillirtes Wasser unterworfen. Die Gallerte quillt anfänglich stark und gibt Alkali an die Aussenflüssigkeit ab, zwischen den Stückchen der Gallerte im Dialysator sammelt sich wässerige Flüssigkeit an. Am zehnten Tage reagiren diese Flüssigkeit und die Gallerte auf Lakmus neutral. Die Flüssigkeit ist milchig trübe und schwach gelblich gefärbt, die Bröckchen der Gallerte sind undurchsichtig weiss. Mit Essigsäure tritt in der filtrirten Flüssigkeit keine merkliche Fällung auf. Am 20. Tage: Reaction neutral. In der Flüssigkeit ein feinkörniger weisser Niederschlag; die filtrirte Flüssigkeit schwach opalisirend, mit Essigsäure keine Fällung; die Gallertstückchen undurchsichtig weiss. Bis zum 30. Tage keine weitere Veränderung.

Setzt man zerschnittene durchsichtige Blutserumgallerte mittelst des schwimmenden Dialysators der Dialyse gegen Salzsäure von 1·5% Gehalt aus, so verwandelt sich allmälig die alkalische Gallerte in eine sauer reagirende. Bringt man dann die Stückchen der Gallerte in Wasser, so quellen dieselben stark auf und geben Säure an das Wasser ab. Erwärmt man Stücke dieser Gallerte in einer Eprouvette für sich oder

---

[1] Vergl. S. 148.

mit wenig Wasser, so schmelzen dieselben nicht. Erwärmt man sie mit mehr Wasser, so werden sie, indem sie fortwährend Wasser aufnehmen, glasartig durchsichtig, ohne jedoch zu schmelzen. Nur an der Oberfläche der Stücke löst sich nach und nach etwas von ihrer Substanz in der umgebenden Flüssigkeit auf.

Bringt man Würfel von etwa 4—5 *mm* Seite, die man aus durchsichtig erstarrtem Blutserum geschnitten hat, in sehr grosse Mengen äusserst verdünnter Salz- oder Essigsäure, so verwandelt sich die Substanz dieser Würfel, anfangs etwas quellend, allmälig in eine weisse undurchsichtige Masse. Das Verhalten solcher Würfel in gleichen Volumtheilen (je 15 cm^3) von Salzsäure verschiedenen Gehaltes von 1‰ bis hinauf zur concentrirten Säure wird durch folgenden Versuch beleuchtet:

Versuch 10.

Verhalten der Würfel in Salzsäure von

1‰. In 24^h etwas trüber.

2‰. Nach $1/2^h$ an der Oberfläche gequollen, darunter eine weisse Schichte, die einen kleineren weissen Würfel bildet, der in dem gequollenen glasigen eingeschlossen ist. Nach 4^h ist die Quellung, indem der weisse Würfel immer kleiner wird, bis zur Mitte vorgedrungen. Nach 24^h durchsichtig, sehr stark gequollen.

1%. Nach 24^h etwas gequollen, trüb.

10%. Quillt nicht, sondern schrumpft eher, wird trüb weiss und undurchsichtig.

50%. Nach $1/2^h$ an den Rändern etwas durchsichtig, nach 3^h deutlich weiter durchsichtig werdend, nach 24^h ganz durchsichtig, wenig gequollen.

75%. Nach $1/2^h$ gequollen, durchsichtiger; Durchsichtigkeit weiter zunehmend. Nach 3^h beginnen die Kanten sich schwach violett zu färben. Nach 24^h in Auflösung mit violetter Farbe begriffen.

100%. Nach $1/2^h$ stark gequollen und sehr durchsichtig, weiter nur mehr schwer wahrzunehmen. Nach 3^h wieder deutlicher, weil ziemlich stark violett. Nach 4^h Beginn des Zerfalles; nach 24^h nahezu vollständig mit violetter Farbe gelöst.

Gleiche Würfel aus durchsichtiger Serumgallerte, in Kali- oder Natronlauge verschiedener Concentrationen gebracht, quellen, werden durchsichtig und lösen sich schliesslich auf.

Wir wollen jetzt noch einige Reactionen der oben[1] erwähnten Lösungen durchsichtiger Blutserumgallerten kennen lernen. Solche Lösungen reagiren alkalisch, trüben sich beim langen Kochen nicht, sondern bilden beim Eindampfen Häute. Mit Essigsäure versetzt geben sie je nach ihrer Concentration mehr minder voluminöse flockige Niederschläge, die sich im Überschusse der zugesetzten Säure lösen. Beim Zurückneutralisiren tritt der Niederschlag wieder auf und löst sich wiederum im Überschusse des Alkalis.

Giesst man eine Lösung der Serumgallerte in einen grossen Uberschuss von 1°/₀₀ Salzsäure, so entsteht beim Zumischen eine kaum bemerkliche, rasch vorübergehende Wolke.

Giesst man dieselbe Lösung in 1°/₀ige Salzsäure, so tritt eine stärkere vorübergehende Trübung auf. Giesst man dieselbe Lösung in einen Überschuss von 10°/₀iger Salzsäure, so entsteht ein bleibender Niederschlag, der sich aber löst, wenn man Wasser hinzubringt. Ferner: Bringt man in drei Eprouvetten Portionen derselben Gallertlösung und fällt die Lösung in der Eprouvette 1 mit 1°/₀₀ Salzsäure, so löst sich im Überschusse hinzugefügter Säure der Niederschlag sehr bald wieder auf. Fällt man dagegen die Lösung in Eprouvette 2 mit stärkerer Salzsäure, so löst sich der Niederschlag auch in einem grossen Überschusse hinzugefügter Säure nicht wieder auf. Fällt man endlich die Lösung in Eprouvette 3 mit concentrirter Salzsäure, so löst sich der anfänglich entstandene Niederschlag im Überschusse der Säure sehr bald wieder auf. Fügt man hierauf zu den in den drei Eprouvetten enthaltenen Flüssigkeiten Wasser, so bleibt die Flüssigkeit in 1 klar, in 2 löst sich der Niederschlag und wird die Flüssigkeit klar, in 3 dagegen trübt sich die Flüssigkeit und scheidet einen Niederschlag aus, der aber, wenn man jetzt noch mehr Wasser hinzufügt, sich wieder auflöst, so dass auch hier die Flüssigkeit schliesslich vollkommen klar wird. —

Machen wir nun, nachdem wir zuerst Entstehungsbedingungen und dann Reactionen und Eigenschaften der durchsichtigen Blutserumgallerten für sich und in ihrer Abhängigkeit von einander untersucht haben, einen zusammenfassenden Rückblick auf die

---

[1] S. 155.

erhaltenen Ergebnisse, so finden wir, dass nichts der Deutung jener Gallerten als solcher alkalialbuminatartiger Natur im Wege steht. Im Gegentheile haben wir Bildungsarten und Reactionen gefunden, die, wenn auch nicht sämmtlich vollkommen übereinstimmend mit solchen unserer altbekannten Gallerten, zum mindesten durch stetige und lückenlose Reihen mit diesen zusammenhängen. Diese Reihen lassen sich durch Variationen vor Allem des Alkaligehaltes, dann der Erstarrungstemperatur, des Salz- und Wassergehaltes herstellen. Wir haben auch nicht wenige und zwar wesentliche Reactionen und Eigenschaften der Koch'schen Blutserumgallerten gefunden, die so völlig mit den bekannten und von Rollett[1] ausführlich behandelten der Alkalialbuminatgallerten übereinstimmen, dass ich keinen Anstand nahm, die Beschreibung derselben, die ich überhaupt der Reihenfolge in der angeführten Abhandlung angepasst habe, stellenweise sogar wörtlich dieser zu entnehmen, so S. 155, 157.[2] Ich stehe auf Grund der besprochenen Versuche also nicht an, das durchsichtig erstarrte Blutserum von Koch seinem Wesen nach für eine alkalialbuminatartige Gallerte zu erklären, d. i. für eine solche Gallerte, die man sich, ähnlich wie das Lieberkühn'sche Kalialbuminat, als eine Verbindung von fällbarem Eiweisse mit Alkalien vorstellen wird und aus welcher man fällbares Eiweiss (Albuminin nach Rollett) durch Neutralisiren der Lösung erhält. Dieser Schluss hat nicht nur die — mehr praktische — Bedeutung, endlich die Stellung der durchsichtigen Blutserumgallerte einigermassen aufgeklärt zu haben, sondern auch eine theoretische Bedeutung. Denn es zeugt dann die Bildung solcher Gallerten aus normalem Serum von einer entschieden alkalischen Wirkung dieser „theoretisch" sauren[3]

---

[1] L. c.

[2] Vergl. l. c. S. 365 f.

[3] Maly, Untersuchungen über die Mittel zur Säurebildung im Organismus und über einige Verhältnisse des Blutserums. Diese Sitzungsber., 1877, Bd. 76, III. Abth., S. 21 f. o. Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. I, S. 174 und: Über das Basensäureverhältniss im Blutserum und anderen thierischen Flüssigkeiten. Diese Sitzungsber., 1882, Bd. 85, III. Abth., S. 314.

Hans Meyer, Studien über die Alkalescenz des Blutes. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., Bd. 17, S. 309.

Flüssigkeit, von einer alkalischen Wirkung, die gewiss nicht als einzige des Serums dasteht und die — von bekannteren Vorgängen — in der transitorischen Bindung der Kohlensäure des Blutes eine physiologisch bedeutungsvolle Analogie findet.

Es wirft sich nun von selbst die Frage auf, in welcher Weise man sich die Bildung solcher Gallerten aus normalem Blutserum beim Erhitzen dieses auf 65° vorzustellen habe; und ob die Bildung des albuminatartigen Körpers überhaupt erst bei der Erwärmung vor sich gehe oder aber schon vorher bei höheren Temperaturen Gallerten bildende Körper im Serum vorhanden seien, ob also nur die Bildung der Gallerten oder aber auch die Entstehung der dieselben liefernden Körper unter dem Einflusse der höheren Temperatur vor sich gingen. Die letztere Frage ist leicht entschieden durch die Eigenschaft alkalialbuminatartiger Körper,[1] beim Neutralisiren ihrer alkalischen Lösungen einen Niederschlag von fällbarem Eiweisse zu geben. Neutralisirt man vorsichtig frisches, nicht erwärmtes, unverändertes oder auch zur Hälfte mit Wasser verdünntes Serum mit verdünnter Essigsäure, so tritt mitunter schon eine kaum merkliche leichte Trübung auf (Serumglobulin, Panum's Serumcaseïn). Versucht man dasselbe an Serum, das durch kürzere oder längere Zeit — ohne noch erstarrt zu sein — bei 65° oder auch nur einige Stunden bei 40° gehalten wurde — entweder unverdünnt oder wieder zur Hälfte mit Wasser versetzt — so entsteht stets ein ausgiebiges, im unverdünnten Serum sehr massiges flockiges Neutralisationspräcipitat, umso reichlicher, je länger die Erwärmung gedauert hat. Dieser Niederschlag verhält sich gleich dem, welchen wir[2] aus der Lösung des durchsichtig erstarrten Blutserums in Wasser beim Neutralisiren erhalten haben. Er löst sich im Überschusse der Säure und tritt beim Zurückneutralisiren wieder auf, um sich im Überschusse des Alkalis neuerdings zu lösen. Es ist damit also entschieden, dass auch die Bildung der die Gallerte darstellenden Körper erst beim Erhitzen des Blutserums stattfindet. Die Entstehung von Alkalialbuminaten unter dem Einflusse der Wärme ist übrigens nichts Neues und bekannt; Lehmann hat

---

[1] Vergl. auch oben S. 158.
[2] Siehe S. 157.

solche Versuche zuerst, und zwar mit gereinigten Eieralbuminlösungen angestellt.[1]

Die andere — zuerst gestellte — Frage nach dem Modus der Entstehung des Alkalialbuminates im Blutserum ist nicht so unmittelbar zu beantworten.

Wir haben in unseren Versuchen[2] gesehen, dass man das freie Alkali, das man zur Herstellung durchsichtigerer Gallerten verwendet, ganz gut durch neutrales kohlensaures Natron ersetzen kann: man erhält Reihen von Gallerten mit denselben Eigenschaften, von zunehmender Durchsichtigkeit, Lockerheit, Quellbarkeit, wie bei Verwendung der freien Base. Man muss also wohl annehmen, dass in diesem Falle die zur Bildung des Alkalialbuminates nöthige Basis, zum Theile wenigstens, mittelbar oder unmittelbar dem kohlensauren Natron entnommen wird, und zwar, da sich leicht zeigen lässt, dass bei der Bildung der Gallerte auch aus solchem mit kohlensaurem Natron versetzten Serum keine Kohlensäure entweicht,[3] in der Weise, dass dabei aus dem neutralen Salze ein saures entsteht. Im reinen Serum ist bekanntlich kein freies Alkali anzunehmen; auch hier muss demnach die zur Bildung einer alkalialbuminatartigen Verbindung nothwendige Basis einem Salze entnommen werden. Auch beim Erstarren des reinen Serums entweicht keine Kohlensäure. Es wurde dies in der Weise gezeigt, dass die beim Erstarren einer grösseren Menge (200 *g*) Serum bei 65° aus dem Erstarrungsgefässe entweichenden — übrigens sehr spärlichen — Gase und Dämpfe durch Barytwasser geleitet wurden: es trat keine merkliche Trübung auf.

Dass kohlensaure Alkalien Eiweiss gegenüber die Rolle übernehmen können, die wir ihnen oben bei der Bildung der durchsichtigeren Blutserumgallerten (mit Zusatz von kohlensaurem Natron) zugeschrieben haben, lässt sich auch durch einen Versuch zeigen, in welchem die bei der gewöhnlichen Darstellungsweise immerhin complicirt vorliegenden Verhältnisse möglichst vereinfacht worden sind. Blutserum wurde in Sackdialysatoren 23 Tage der Dialyse gegen grosse Mengen oft

---

[1] J. Chr. Lehmann, Über die Bildung der Natronalbuminate. Centralbl. f. d. med. Wissensch., 2. Jahrg., 1864, S. 529 f.

[2] Vergl. Versuch 2, 3, 4, 6.

[3] Siehe d. Folg.

gewechselten destillirten Wassers unterzogen, hierauf von dem entstandenen Globulinniederschlage abfiltrirt und das klare Filtrat durch wiederholtes Ausfrieren[1] auf das specifische Gewicht des ursprünglichen Serums gebracht. Auf diese Art war eine salz- und globulinarme, nur mehr äusserst schwach alkalisch reagirende Albuminlösung hergestellt, welche nun mit wachsenden Mengen von kohlensaurem Natron versetzt werden konnte. Es wurde dazu eine Lösung von 10% verwendet und kamen zu den Versuchen 1—10 Tropfen (0·037—0·37 cm^3) derselben auf je 10 cm^3 des in der beschriebenen Weise zubereiteten Serums.

Dieses mit kohlensaurem Natron versetzte Serum gab beim Neutralisiren auch nach längerem Stehen bei gewöhnlicher Temperatur keinen Niederschlag. Wohl aber traten solche Neutralisationspräcipitate — auch an dialysirtem Serum, welches nicht wieder oder nicht vollkommen durch Ausfrieren auf die ursprüngliche Concentration gebracht worden war und welches keine Gallerten mehr bildete — auf, nachdem die mit kohlensaurem Natron versetzten einzelnen Portionen einige Zeit der Temperatur von 65° ausgesetzt waren, und zwar umso reichlicher, je länger die hohe Temperatur eingewirkt hatte und je grösser der Natriumcarbonatzusatz war. Diese Niederschläge zeigten genau das Verhalten der S. 157 und 159 beschriebenen Neutralisationspräcipitate.

Es findet hiedurch der Erklärungsversuch für die Bildung der alkalialbuminatartigen Gallerten auch aus unverändertem Serum Unterstützung, welchen ich oben für die Entstehung derartiger Gallerten aus Serum, das stärker mit kohlensaurem Natron versetzt wurde, gemacht habe: nämlich, dass es möglich sei, dass die kohlensauren Alkalien des Serums bei der Bildung der alkalialbuminatartigen durchsichtigen Gallerten nach Koch's Methode die Quelle der Base sind und dass diese abgegeben wird auf Kosten der Neutralität jener Salze. Dieser Erklärungsversuch nimmt nicht mehr Werth und Beachtung für sich in Anpruch, als sich etwa jener Annahme der transitorischen Kohlensäurebindung im Blute durch die kohlensauren Alkalien als entferntere hypothetische Analogie anschliessen zu dürfen.

---

[1] Siehe oben S. 143.

II. Die „Hühnereier mit durchsichtigem Eiweiss“ Tarchanoff's.

Unseren Versuchen über das durchsichtige Erstarren des Blutserums bei wechselndem Alkaligehalte[1] sind ihrem Wesen nach analog die Versuche, welche Tarchanoff[2] ausgeführt hat, um aus dem normalen Hühnereiweisse ein Eiweiss zu erhalten, welches beim Kochen ein durchsichtiges Coagulum gleich dem Tataeiweisse[3] der Nesthocker lieferte.

Tarchanoff hat Hühnereier drei Tage in 10%ige Kalilauge gelegt und dann hartgekocht; das vor dem Sieden flüssige Eiweiss erstarrte dabei durchsichtig. Der Aschengehalt des Eiweisses hatte beim Liegen in der Lauge um das Fünffache bis Sechsfache zugenommen.

Tarchanoff findet nun[4] „die Verschiedenheiten zwischen dem Lieberkühn'schen und dem glasartigen Eiweiss der Hühnereier so ausgeprägt und so mannigfach, dass in Gegenwart derselben jeder Gedanke an eine Identificirung dieser beiden Eiweissarten unmöglich erscheint.“ Auch auf Grund der „Zusammenstellung der beiden Darstellungsmethoden wird es ganz klar, dass von einer Identificirung . . . . . . keine Rede sein kann.“[5]

Diese „ausgeprägten Verschiedenheiten“ sind folgende: [6]

1. Das Lieberkühn'sche Alkalialbuminat stelle sich schon vor jedem Kochen in festem Zustande dar und werde einfach erhalten durch die Einwirkung von concentrirter Lösung des Ätzkali. Beim Kochen löse sich das Lieberkühn'sche Eiweiss voll-

---

[1] Siehe S. 145 f.

[2] I. Über Hühnereier mit durchsichtigem Eiweiss. Pflüger's Arch., 39. Bd., S. 476—484.

[3] II. Siehe Tarchanoff, Über die Verschiedenheit des Eiereiweisses bei befiedert geborenen (Nestflüchter) und bei nackt geborenen (Nesthocker) Vögeln und über die Verhältnisse zwischen dem Dotter und dem Eiereiweiss. (Biologisch-chemische Untersuchung.) Pflüger's Archiv, 33. Bd., S. 303—378 und: Weitere Beiträge zur Frage von der Verschiedenheit zwischen dem Eiereiweisse der Nesthocker und der Nestflüchter. Pflüger's Arch., 39. Bd., S. 485—490.

[4] L. c. I, S. 479.

[5] S. 480.

[6] S. 478—480.

ständig auf, wenn in demselben freies Alkali vorhanden sei. Es stelle folglich in Gegenwart von freiem Alkali ein vollkommen entgegengesetztes Verhalten dar als das glasartige Hühnereiweiss.

2. „Das frisch zubereitete Lieberkühn'sche Kalialbuminat, nachdem es durch anhaltendes Auswaschen vom freien Alkali so weit befreit ist, dass es eine neutrale Reaction zeigt, löst sich, nach Lieberkühn, sehr leicht im kochenden Wasser und im kochenden Alkohol auf und liefert dabei eine farblose, neutral reagirende Flüssigkeit."[1] Das gekochte Eiweiss der glasartigen Eier löst sich auch auf, „aber nur sehr langsam".

3. Das Lieberkühn'sche Eiweiss stelle sich in Form von farblosen gelatinösen Massen dar, „während unser glasartiges Eiweiss im gekochten Ei stets eine mehr oder weniger starke gelbliche Färbung zeigt."

4. Der ganze Process bestand bei Lieberkühn in directer Einwirkung von concentrirten Kalilösungen auf das vorläufig mit gleichem Volumen Wasser versetzte Hühnereiweiss, welches darauf durchfiltrirt und dann bei 40° C. bis zum ursprünglichen Volum eincondensirt war." In Tarchanoff's Versuchen „drang ganz allmälig durch natürliche Poren der Eierschale eine schwache Lösung (von 5 oder $10^0/_0$) des Alkalis und das in ganz minimalen Dosen ein" (wobei der Aschengehalt aber um $500^0/_0$ zunahm!).[2]

Meine Versuche mit dem „durchsichtigen Eiweisse" Tarchanoff's haben mich zu der Anschauung gebracht, dass die angeführten Verschiedenheiten nicht ausgeprägt genug sind, um eine Identificirung mit dem Lieberkühn'schen Alkalialbuminate „unmöglich" erscheinen zu lassen, sondern es haben sich vielmehr auch hier, wie im ersten Abschnitte bei den Versuchen mit dem Blutserum, Reihen und Übergänge herstellen lassen, in Hinblick auf welche eine strenge Abgrenzung dieser beiden Modificationen von einander nicht wohl begründet erscheint.

Dass es nicht immer nothwendig ist, dass sich das Lieberkühn'sche Alkalialbuminat schon vor jedem Kochen in festem

---

1 „Annalen d. Physik und Chemie, Bd. 86, 1852, S. 118."

2 Siehe oben S. 162 und l. c. I, S. 478.

Zustande darstelle, hat — nebenbei — Lehmann[1] vor 27 Jahren gezeigt.

Um die Übergänge vom natürlichen Hühnereiweisse zu dem Tarchanoff'schen und zum Alkalialbuminate zu zeigen, dient folgender

Versuch 1.

11 Hühnereier werden an 11 aufeinanderfolgenden Tagen in je 200 *cm*³ 10⁰/₀ ige Kalilauge eingelegt und am 12. Tage sämmtlich herausgenommen. Sie hatten also 11 bis 1 Tag in der Lauge gelegen und wurden nun eröffnet, um ihr Eiweiss auf seine Eigenschaften, insbesondere sein Verhalten beim Kochen und beim Quellen zu untersuchen. Das Kochen wurde in Eprouvetten durch Einsenken derselben ins kochende Wasserbad vorgenommen. Zum Quellen wurden würfelförmige Stückchen der entweder schon bei gewöhnlicher Temperatur oder beim Kochen erstarrten Gallerten von etwa 2 *cm*³ Volumen durch vier Tage in je 200 *cm*³ nicht gewechseltes destillirtes Wasser gelegt.

Nr. = Tage in KHO	Effect der Laugenwirkung	Verhalten beim Kochen	Verhalten beim Quellen
0	keiner (frisches, rohes Ei)	Erstarrt weiss	Quillt minimal
1	flüssig	Erstarrt stark trüb	Wenig gequollen, stark trüb und resistent
2		Erstarren zunehmend durchscheinend, recht fest	Gequollen, aber noch trüb und resistent
3			Ebenso, etwas weicher
4	„		Ebenso, noch weicher
5		Erstarrt sehr durchscheinend	Gekocht: stärker gequollen, durchsichtiger, weicher. Ein nicht gekochtes Stück löst sich auf.

[1] Siehe cit. S. 160.

Nr. = Tage in KHO	Effect der Laugenwirkung	Verhalten beim Kochen	Verhalten beim Quellen
6	halbflüssig, theilweise etwas fester	Wird ein wenig gelblich	Ungekocht: stark gequollen, nur sehr wenig trübe.
7	fest, durchscheinend	Wird stark gelb	Ungekocht: noch mehr gequollen, nur mehr sehr wenig trübe. Gekocht: stark gelblich, ziemlich durchsichtig, aber viel weniger gequollen, daher fester, etwa wie 4.
8	ebenso, weicher	Werden stark gelb und verflüssigt	Fast ganz flüssig und vollkommen durchsichtig
9	noch weicher		Gelöst
10	halbfest		—
11	flüssig	—	—

Unter dem Einflusse der allmälig ins Innere des Eies dringenden Kalilauge erleidet also das Eiweiss ganz allmälig die Veränderungen, die schliesslich zur Bildung des beim Kochen durchsichtig erstarrenden Eiweisses (Nr. 3—5) führen. Und es ist, nebenbei erwähnt, auch in dieser Reihe eine Stufe niedrigerer Alkalescenz zu finden, ähnlich dem normalen Blutserum, auf welcher beim Kochen noch kein durchsichtiges Erstarren eintritt, sondern höchstens mehr minder trübe, nur durchscheinende Gallerten entstehen; wohl aber beim Erhitzen auf nur 65° durchsichtigere Gallerten erhalten werden. Diese Stufe liegt um den Alkaligehalt des Eiweisses von Eiern, die etwa zwei Tage der Einwirkung 10%iger Kalilauge ausgesetzt waren.

Verfolgt man die beschriebene Reihe weiter, von Tarchanoff's „durchsichtigem Eiweiss" (Nr. 3—5) aufwärts, indem man die Dauer der Laugenwirkung wachsen lässt, so gelangt man, wieder in ganz continuirlichem Übergange, zu einer im Eie, unter der blossen Einwirkung der Kalilauge bei gewöhnlicher Temperatur schon entstandenen Gallerte (Nr. 6, 7, 8), die sich im Wesentlichen weder durch die Art ihres Entstehens, noch durch ihr Quellungsvermögen und ihre Löslichkeit[1] vom festen Lieberkühn'schen Kalialbuminate mehr unterscheidet.

In der Reihe weiter aufwärts bemerkt man wieder Verflüssigung und auch Zersetzung der Gallerten durch die grossen einwirkenden Mengen des Ätzalkalis (Nr. 9—11). Diese Flüssigkeiten sind gelblich bis gelb gefärbt, von dick- bis dünn-syrupartiger Consistenz, fast ganz klar und riechen nach Schwefelwasserstoff; sie enthalten sehr reichlich Schwefelalkalien, wie sich mit Nitroprussidnatrium zeigen lässt.

Analoge Resultate erhält man, wenn man die Kalilauge nicht durch die Eierschale, sondern unmittelbar auf das Hühnereiweiss wirken lässt. Tarchanoff selbst hat einen solchen Versuch angeführt.[2] Es zeigt sich dabei aber ein deutlicher Unterschied, je nachdem man den Erfolg der Laugenwirkung gleich nach dem Zusatze der 10%igen Kalilauge, die ich auch hier verwendete, ins Auge fasst und ebenso das Kochen alsbald vornimmt, oder aber, die Analogie mit den Tarchanoff'schen Versuchen im Eie vervollständigend, die Zeitdauer der Laugenwirkung erhöht und dann erst den unmittelbaren Effect und die Wirkung der Erhitzung untersucht. Im letzteren Falle (Versuch 3) sind — bei niederem Laugenzusatze noch nicht merklich — um den gleichstufigen Erfolg zu erzielen, geringere Alkalimengen nöthig.

Derartige Versuche sind die folgenden zwei.

Versuch 2.

Je 4 *cm*³ frisches colirtes Hühnereiweiss werden in Eprouvetten mit wachsenden Mengen von 10%iger Kalilauge versetzt, hierauf nach weniger als 30 Minuten ins kochende Wasserbad je circa 1 Minute eingesenkt.

---

1 Vergl. l. c. I, S. 483—484.

2 L. c. I, S. 479.

Nr.	Kalilauge Tropfen	$=g$	Effect der Laugenwirkung	Verhalten beim alsbaldigen Kochen	Analog der Nummer des Versuches 1	Anmerkung
1	1	0·05	flüssig	stark weisslich, schwach durchscheinend, etwas bröcklig	0—1	reinem Eiweisse noch sehr ähnlich
2	4	0·19		gut durchsichtig, ziemlich fest	4	Tarchanoff's „durchsichtiges Eiweiss"
3	8	0·38	etwas zähflüssig	ebenso, sehr fest	4—5	
4	20	0·96	sogleich sehr fest	lösen sich nach 2 Minuten mit tiefgelber Farbe	7—8	Lieberkühn'sches Kalialbuminat
5	40	1·92	fest		8—9	
6	60	2·88	lockerer	ebenso, schon nach 1 Minute	9—10	

In den erhitzten Portionen 4, 5, 6 zeigt Nitroprussidnatrium reichliche Mengen von Schwefelalkalien an; abnehmend geringere Mengen eine halbe Stunde nach dem Zusatze der Kalilauge auch in allen übrigen bis auf 1 und 2, mehr in den erhitzten.

Versuch 3.

In derselben Weise ausgeführt, wie Versuch 2, nur dauert die Laugenwirkung 24 Stunden.

Nr.	Effect der Laugenwirkung		Verhalten beim Kochen nach 24 Stunden	Analog der Nr. des	
	Nach 6 St.	Nach 24 St.		Vers. 1	Vers. 2
1	flüssig, mit Nitroprussidnatrium keine Schwefelalkalien nachweisbar		Stark weisslich, schwach durchscheinend, etwas bröcklig	0—1	1
2			gut durchsichtig, ziemlich fest	4	2

Nr.	Effect der Laugenwirkung		Verhalten beim Kochen nach 24 Stunden	Analog der Nr. des	
	Nach 6 St.	Nach 24 St.		Vers. 1	Vers. 2
3	Tendenz zu gelatiniren	Sehr lockere, stark schwappende Gallerte, bleibt noch nicht in der umgestürzten Eprouvette. Geringe Mengen von Schwefelalkalien	Sehr klar, sehr fest und sehr durchsichtig	5	3—4
4	fest	Sehr locker, stark schwappend, bleibt aber noch in der umgestürzten Eprouvette. Etwas gelblich, mehr Schwefelalkalien	Wird schon in $^1/_4$ Minute ganz flüssig, weiter gelb, reichlich Schwefelalkalien	10—11	5—6
5	dickflüssig, syrupartig	ganz flüssig, etwas gelblich, reichlich Schwefelalkalien	Werden stark gelb. Sehr reichlich Schwefelalkalien	11 ff.	6 ff.
6	ganz flüssig			—	—

Ich glaube durch die angeführten Versuchsreihen, die natürlich nicht sofort in der Weise angestellt werden konnten, sondern sich als anscheinend passendste Zusammenstellung aus einer grösseren Zahl vielfach variirter Vorversuche ergeben hatten, gezeigt zu haben, dass man in continuirlicher Reihe vom Tarchanoff'schen „durchsichtigen Eiweisse“ zum Lieberkühn'schen Kalialbuminate gelangen kann. Wir haben keine Grenze gefunden, bei welcher der eine Körper aufhörte und der andere zu entstehen anfinge, und das differente Verhalten der beiden[1] beim Erhitzen, beim Quellen und Lösen ist nur ein quantitativ differentes, von der Menge des verwendeten Alkalis abhängiges, das ebenfalls in ununterbrochener Reihe von einem zum anderen hinüberführt.

[1] Siehe oben S. 163.

Aber haben wir dann ein Recht, von zwei Körpern zu sprechen, von deren „Identificirung keine Rede sein kann“?

Ich sehe also das „durchsichtige Eiweiss“ auch einfach für eine alkalialbuminatartige Gallerte an, die dem Lieberkühn'schen Kalialbuminate zum mindesten sehr nahe steht und, wie das durchsichtig erstarrte Blutserum, die hervorragendste Reaction mit jenem vollständig gemein hat, nämlich die Bildung von fällbarem Eiweiss beim Neutralisiren seiner Lösungen mit Essigsäure.

Ich möchte diesen Abschnitt nicht schliessen, ohne noch ein wenig bei der Mechanik des Vorganges verweilt zu haben, der zur Bildung der „Hühnereier mit durchsichtigem Eiweiss“ führt. Dieser Vorgang ist ein complicirter diosmotischer Process durch die poröse Kalkschale und die Schalenhaut einerseits und zwischen Dotter und Eiweiss durch die Dotterhaut anderseits, was schon Tarchanoff andeutet.[1] Eine fernere Complication erleidet der diosmotische Process durch die Kalkschale und die Schalenhaut in Folge der Unnachgiebigkeit der ersteren. Die Endosmose der Kalilauge findet unter gegenwirkendem Drucke statt. Dies lässt sich leicht zeigen. Zuweilen platzen Eier, welche in Kalilauge eingelegt worden waren, nach einigen Tagen. In einem Steigrohre, welches man in die Schale eines frischen Eies so einkittet, dass die innere Öffnung des Rohres mit dem Eiweisse communicirt, steigt nach dem Einsenken des Eies in $10^0/_0$ige Kalilauge das Eiweiss, mitunter später auch Dotter hoch empor, so z. B. bei einem Versuche in einem Steigrohre von 3·5 *mm* Weite:

Nach 24	Stunden	30 *mm*,
36		80
52		180
75		360
4	Tagen	580
5		600
7		660,

dann war das Eiweiss im Rohre erstarrt.

[1] L. c. I, S. 480.

Die Eischale verzögert die Wirkung der Kalilauge, erstens durch ihr Vorhandensein an sich und zweitens dadurch, dass sie das Ei allseitig unnachgiebig umschliesst. Man kann mit einiger Geduld und Vorsicht die Kalkschale frischer Hühnereier entfernen, ohne die Schalenhaut zu verletzen. Legt man so geschälte Eier in 10%ige Kalilauge, so erhält man alle oben[1] angeführten Modificationen der nach Tarchanoff in unverletztem Zustande der Laugenwirkung ausgesetzten Eier und ihres Eiweisses, aber in ungleich kürzerer Zeit. Das Stadium des festen Lieberkühn'schen Kalialbuminates, wie ich Nr. 6—8 l. c. kurz nennen will, wird schon nach ein paar (2—5) Stunden, das letzte Stadium (Nr. 11), in welchem das fest gewesene Eiweiss wieder verflüssigt wird, ist bereits nach etwa 40 Stunden erreicht (gegen circa 11 Tage im geschlossenen Eie). Das Gewicht und Volum des geschälten Eies nimmt in diesen 40 Stunden nahebei auf das Doppelte zu.

Auch Eier, die nicht geschält sind, sondern deren einer Eipol abgekappt ist, zeigen, in 10%ige Kalilauge gehängt, so dass die Einwirkung der Lauge wiederum durch die Schale, aber nun auf das geöffnete Ei stattfinden kann, eine — freilich nicht so bedeutende — Abkürzung der zur Herstellung einer bestimmten Modification nöthigen Zeit. Dabei quillt, wenn nicht vorher Eiweiss abgeschöpft worden ist, der Inhalt über den Rand der Eischale heraus. Schon nach etwa drei Tagen (gegen 6—8 im geschlossenen Eie) ist das Eiweiss durchsichtig erstarrt.

Aus dieser ganz kurzen und nur ganz allgemeinen Betrachtung der Mechanik des Processes bei der Erzeugung der „Hühnereier mit durchsichtigem Eiweiss" und aus der Vergleichung der solcherart erhaltenen Eiweissmodificationen mit den ausserhalb des Eies dargestellten[2] von denselben gradweise verschiedenen Eigenschaften ergibt sich, dass die Einflussnahme der allseitig geschlossenen Eischale auf den Verlauf des Processes nur eine accidentelle, und zwar im Sinne einer Verzögerung ist, und dass der Erzeugung der besprochenen Eiweissmodificationen im Eie, wenn man darauf ausgeht, die Entstehungsbedingungen und die

---

[1] Versuch 1 und 2, S. 164, 167.

[2] Vergl. Versuch 2 und 3, S. 167, 168.

Natur derselben kennen zu lernen, in Hinblick auf alle die zu Anfang dieses Absatzes[1] hervorgehobenen complicirenden Umstände keine Bedeutung ausser die einer zwecklosen Complication des Experimentes zukommt.

III. Das „Tata"-Eiweiss.

Auf seine Versuche, Hühnereiweiss zum durchsichtigen Erstarren zu bringen, ist Tarchanoff, wie zu Beginn des vorigen Abschnittes erwähnt, durch das Verhalten des von ihm „Tataeiweiss"[2] genannten Eiweisses von Nesthockereiern geführt worden. Solche frische Eier, der Uferschwalbe, der Taube, der Kornkrähe zum Beispiele,[3] zeigen ohne irgend welche vorausgehende Behandlung nach dem Hartsieden ein durchsichtig erstarrtes Eiweiss.

Obwohl nicht so energisch wie für das „durchsichtige Hühnereiweiss" fordert Tarchanoff auch eine gesonderte Stellung für das Tataeiweiss, sowohl des ungeronnenen vom Hühnereiweisse, als des geronnenen vom Alkalialbuminate, als beider Modificationen von den gleichen des durchsichtig erstarrenden Hühnereiweisses. Die grösste Ähnlichkeit bestehe noch zwischen dem Tataeiweisse und dem Alkalialbuminate. Tarchanoff hegt selbst die Ansicht,[4] „dass Tataeiweiss ein ganz eigenartiges Albuminat ist", fügt aber hinzu, „dass dasselbe dennoch in keiner Weise als vollkommen dem aus gewöhnlichem Hühnereiweisse erhaltenen Albuminate gleich betrachtet werden könne"; und er findet später[5] bei Neutralisation der Lösung des Tataeiweisses mit Essigsäure, dass sich das Tataalbumin „im Allgemeinen wie das Lieberkühn'sche Kalialbuminat" verhält und bezeichnet sein Coagulum selbst wieder als „eine besondere Art von Natron- oder Kalialbuminat."

Es musste mich befriedigen, dass Tarchanoff auf Grund der von ihm ausführlich beschriebenen Reactionen des Tataeiweisses die alkalialbuminatartige Natur seiner Gallerten nicht

---

[1] S. 169.
Siehe cit. S. 162.
[3] Siehe cit. I, S. 314.
[4] L. c. II, S. 342.
[5] L. c. III, S. 488.

läugnet, und es fällt mir nicht bei, mehr als das zu verlangen. Tarchanoff aber hebt als gegen die vollkommene Identität der beiden Gallerten sprechend ganz besonders zwei Punkte hervor:[1] „Es kann erstens die Alkalescenz des Tataeiweisses (mittelst Essigsäure, die durch Wasser verdünnt worden ist) vollkommen neutralisirt werden, ohne dass dadurch irgend welche bedeutende und wichtige, bei der durch Hitzeeinwirkung hervorgerufenen Gerinnung, leicht bemerkbare Veränderung bewirkt werde.“ Das habe ich nicht gefunden. Ich habe Kräheneiweiss[2] durch Zusatz von verdünnter Essigsäure neutralisirt. Noch bevor die Reaction neutral war, erstarrte das Eiweiss beim Erhitzen schon recht undurchsichtig, weisslich trüb.[3] Die Reaction wurde mittelst der früher[4] beschriebenen Tropfenmethode ermittelt. Diese Trübung wuchs vom Beginne des Essigsäurezusatzes zum Eiweisse continuirlich, um schliesslich beim geringen Überneutralisiren mit der Bildung eines „undurchsichtigen, milchweissen Coagulums“ ihren Höhepunkt zu erreichen.

„Zweitens ist es auch möglich, Tataeiweiss auf 50% und selbst mehr zu concentriren und auf diese Weise den Salzgehalt desselben auf ungefähr 1·7% zu vermehren, d. h. zu einer den procentischen Gehalt des Hühnereiweisses an Asche (0·847%) weit beträchtlicheren Salzmenge zu bringen, und trotzdem wird man, bei Erwärmung eines derartig verdichteten Tataeiweisses bis zur Temperatur des kochenden Wassers, dennoch und beständig dasselbe glasartige Gerinnsel erhalten.“

Tarchanoff selbst ist es „aus den im Laboratorium von Alex. Schmidt ausgeführten Arbeiten von Kieseritzky[6] bekannt, dass die Geschwindigkeit und Vollständigkeit der Gerinnung des Alkalialbuminates, wie auch das Aussehen des Gerinnsels von dem Verhältniss des in den Lösungen enthaltenen

---

[1] L. c. II, S. 343.

[2] Von Corvus cornix.

[3] Dass das Coagulum nach vorsichtigem Neutralisiren ein „weisslich-trübes Aussehen bekommt“, beschreibt übrigens Tarchanoff selbst 30 Seiten vorher (S. 313).

[4] S. 143.

[5] Vergl. l. c. III, S. 481.

[6] L. p. 12 c.

Alkalis zum vorhandenen Salzgehalt abhängt."[1] Dieses Verhältniss wird beim Concentriren des Tataeiweisses doch nicht geändert; es fehlt somit der Grund für eine wesentliche Änderung in der Beschaffenheit des Gerinnsels.

Diese beiden von Tarchanoff herangezogenen Gründe sprechen also wohl nicht so sehr, wie es von vorneherein den Anschein hatte, gegen eine Identität des aus Hühnereiweiss erhaltenen Alkalialbuminates und der Tataeiweissgallerte.

Auf die Ausführungen Tarchanoff's bezüglich der Verschiedenheit zwischen Tataeiweiss und seinem „durchsichtigen Eiweiss" von Hühnereiern einzugehen kann ich füglich unterlassen, nachdem die alkalialbuminatartige Natur jedes der beiden für sich festgestellt ist. Daraus folgt unmittelbar ihre nahe Verwandtschaft, und mehr als diese zu behaupten wäre hier ebenso unzulässig wie bei der Besprechung des Verhältnisses von Tataeiweiss oder des durchsichtig erstarrten Hühnereiweisses oder Blutserums zum Alkalialbuminate. Es würde zu weit abseits führen, auch nun wiederum die Stichhältigkeit der angeführten Verschiedenheiten beider Eiweissarten in gekochtem und rohem Zustande eingehend zu prüfen.

Endlich scheint es Tarchanoff[2] „recht wahrscheinlich, dass der Grundeiweissstoff, der den Hauptbestandtheil des Nesthockereiweisses ausmacht, eine ganz eigenartige, vom Hühnereiweisse vollkommen verschiedene Eiweissart" ist und „wahrscheinlich in Form eines ganz eigenartigen Kali- oder Natriumalbuminates existirt".

Diese letztausgesprochene Vermuthung erweist sich nicht als richtig. Geradeso wie beim Blutserum[3] die Bildung der alkalialbuminatartigen Verbindung erst beim Erwärmen vor sich geht, ist das auch beim Tataeiweisse der Fall. Kräheneiweiss, verdünnt oder unverdünnt, zeigt vor dem Erhitzen beim Neutralisiren kein Präcipitat, sondern höchstens eine mehr minder deutliche Trübung. In verdünntem Kräheneiweisse, das vor dem Erhitzen nur schwache Trübung beim Neutralisiren mit verdünnter

[1] L. c. II, S. 341.
[2] L. c. II, S. 340 f.
[3] Siehe S. 159.

Essigsäure zeigte, entsteht nach kürzerem oder längerem Erhitzen auf 60° bis 100° mit Essigsäure ein voluminöser Niederschlag (fällbares Eiweiss). Für die Bildung der alkalialbuminatartigen Verbindung beim Erhitzen sprechen auch schon folgende einfache Versuche. Eine enge und eine weitere Eprouvette werden mit Kräheneiweiss zu etwa ein Drittel der Höhe gefüllt. Das Eiweiss in der engen Eprouvette wird durch plötzliches Eintauchen ins siedende Wasserbad rasch, das in der weiteren Eprouvette durch mehrmaliges kurz dauerndes Eintauchen ins Wasserbad langsam zur Erstarrung gebracht. Die Gallerte in dieser weiteren Eprouvette erscheint trotz der grösseren Dicke der Schichte durchscheinender als die Gallerte in der engeren Eprouvette. Lässt man das Eiweiss im Eie erstarren, einmal, indem man ein Ei ins siedende Wasser einlegt, das anderemal, indem man ein Ei mit dem Wasser erst allmälig zum Sieden erhitzt, so erscheint immer das letztere Eiweiss durchsichtiger erstarrt. Diese Versuche wurden mit Krähen- und Kibitzeiern angestellt.

Dass „Tata“-Eiweiss „eine ganz eigenartige, vom Hühnereiweisse vollkommen verschiedene Eiweissart ist“, schliesst Tarchanoff aus einer Reihe von aufgezählten Erscheinungen.[1] Aber dem Anscheine nach misst er selbst — wohl gebührender Weise — allen diesen von ihm angeführten „Verschiedenheiten“, deren gesonderte Besprechung uns wieder sehr weit führen würde, keine besonders hohe Bedeutung zu, wenn er bald darnach[2] auf eine kurze Betrachtung des Verhaltens von Tataeiweiss gegen Reagentien, insbesondere Neutralsalze und schwache Säuren hin bemerken kann: „Aus den eben angeführten Thatsachen könnte man den Schluss ziehen, dass der ganze Unterschied zwischen dem Tataeiweisse und dem gewöhnlichen Hühnereiweisse hauptsächlich entweder durch die bedeutendere Alkalescenz des ersteren oder durch einen geringeren Salzgehalt irgend einer dieser beiden Eiweissarten bedingt wird oder auch zugleich von diesen beiden Eigenschaften abhängig sei“. Und schon zu Anfang der oft erwähnten Abhandlung[3] wurde untersucht, „ob denn das glasartige

[1] L. c. II, S. 310—313.
[2] S. 331 f.
[3] S. 307.

Aussehen des geronnenen Tataeiweisses nicht von einem Wasserüberschusse abhänge".

Erscheint das verschiedene Verhalten des Eiweisses von Nesthockern und Nestflüchtern abhängig von verschiedenem 1. Wasser-, 2. Alkali-, 3. Salzgehalte? Auf diese drei Fragen basirt also hauptsächlich Tarchanoff seine Untersuchungen über die Verschiedenheit der beiden Eiweissarten; und diese Untersuchungen führen zu der oben[1] citirten Schlussfolgerung einer vollkommenen Verschiedenheit des Grundeiweissstoffes in beiden Eiweissarten. Wir wollen diesen Fragen ebenfalls etwas näher treten.

Bestimmungen des Wassergehaltes von Tata- und Hühnereiweiss hat Tarchanoff selbst vorgenommen,[2] und er fand ein Plus von 2% im Mittel beim ersteren: ungefähr 88% im ganz frischen Hühnereiweisse und um 90% im frischesten Tataeiweiss der Uferschwalbeneier. „Dieser so geringe Unterschied kann selbstverständlich die so charakteristischen, vom Hühnereiweisse ganz verschiedenen Eigenschaften des Tataeiweisses nicht erklären, da es einerseits möglich ist, dem gewöhnlichen frischen Eiweisse der Hühnereier 5—10% Wasser einzuverleiben, ohne im Geringsten demselben die Eigenschaften des Tataeiweisses mitzutheilen, anderseits kann man aber auch mittelst langsamen Erwärmens bei 40° C. das Tataeiweiss auf 50% verdichten, ohne dass dasselbe beim durch Wärme hervorgerufenen Gerinnen sein gelatineartiges, durchsichtiges Aussehen einbüsst." Dieses letztere Verhalten fand bezüglich seiner Bedeutung schon oben[3] Würdigung. Wie verhält es sich nun mit der Verdünnung, mit dem Zusatze von 5—10% Wasser zum Hühnereiweisse? Durch einen Zusatz von 5—10% Wasser zu einem 88% Wasser enthaltenden Hühnereiweisse wird der Wassergehalt desselben doch noch nicht auf 90% — den des Tataeiweisses — erhöht, sondern, wie die einfache Proportion ergibt, auf 88·6—89%. Erst ein Zusatz von 20% Wasser würde den Wassergehalt auf 90% bringen. Weiters vermindert man aber durch einfachen Wasserzusatz in solcher Quantität sowohl den Alkali- als den Salzgehalt der Hühnereiweisslösung nicht unbedeutend. Der

---

[1] S. 173.

[2] L. c. II, S. 308—310 und 315.

[3] S. 172, 173.

Alkaligehalt von Hühnereiweiss, das nicht ganz frisch gelegten Eiern entstammt, ist ohnehin schon von vorneherein geringer als der des frischen Tataeiweisses,[1] und nun wird er durch die Verdünnung noch weiter herabgesetzt, bei 20% Wasserzusatz um $^1/_6$.

Die Bestimmungen des Salzgehaltes zeigten beim Hühner-, wie beim Tataeiweisse nicht unbedeutende Schwankungen, differiren aber im Mittel nicht wesentlich. Und auch der Salzgehalt des Hühnereiweisses wird durch die Verdünnung erniedrigt, bei 20% Wasserzusatz wieder um $^1/_6$.

Es eignet sich also, wie man sieht, die einfache Verdünnung des Hühnereiweisses mit Wasser nicht, um dasselbe in eine bezüglich Concentration, Salz- und Alkaligehalt mit dem Tataeiweisse analoge Lösung zu bringen. Man muss dabei anders vorgehen. Zu den Versuchen, die ich in dieser Richtung angestellt habe, standen mir keine ganz frisch gelegten Hühnereier zur Verfügung. Ich nehme daher den Gehalt des Eiweisses an festen Bestandtheilen nach Tarchanoff's Bestimmungen[2] zu 12·5 bis 14% an. Ein Wasserzusatz von 25—40% würde solches Eiweiss auf den Wassergehalt des Tataeiweisses von etwa 10% bringen. Um aber den Alkaligehalt nicht wesentlich zu verändern, verwendete ich zur Verdünnung anstatt des Wassers eine Lösung von Ätzkali, entsprechend dem aus Tarchanoff's Bestimmungen[3] berechneten mittleren Alkaligehalte von 0·892% Ätzkali. Aber auch den Salzgehalt konnte ich in Hinblick auf die obigen Erwägungen nicht unberücksichtigt lassen. Dieser wird von Lehmann im Hühnereiweisse zu 0·66% im Mittel angenommen. Ich habe in einer Reihe von Versuchen der Verdünnungsflüssigkeit auch noch diesen Salzzusatz in Form von Chlornatrium gegeben, der jedenfalls als Neutralsalzzusatz zu gross war, aber nur zu Ungunsten meines Zieles: der Darstellung durchsichtigerer Coagula beim Erhitzen der Hühnereiweisslösungen.

Die zwei Versuchsreihen, welche ich nun anführe, sind einer grossen Zahl ähnlicher und verschieden abgeänderter entnommen; sie werden gestatten, zum Schlusse einige Bemerkungen zu der von Tarchanoff angenommenen Verschiedenheit der beiden

---

[1] Vergl. l. c. II, S. 332 und I, S. 481.
[2] L. c. II, S. 309.
[3] L. c. S. 334, Vers. 11—14.

„Grundeiweissstoffe“ im Hühner- und im Nesthockereiweisse zu machen.

Versuch 1.

In zwei Reihen von Eprouvetten wurden je 5 *cm*³ colirten Hühnereiweisses versetzt mit:

Reihe I, circa 40% Zusatz
1. je 2 *cm*³ Wasser,
2. je 2 *cm*³ 0·89%iger Ätzkalilösung,
3. je 2 *cm*³ einer Lösung von 0·89% Ätzkali und 0·66% Chlornatrium,

Reihe II, circa 30% Zusatz
1. 2. 3. je 1·5 *cm*³, wie oben.

Nach sehr gutem — etwas schwierigen — Mischen im kochenden Wasserbade nicht zu plötzlich zum Erstarren gebracht. — Die Nummern 1 zeigen bald die weisse, gewöhnliche Eiweissfällung und erstarren schliesslich zu einer noch ziemlich festen, weissen, nur schwach durchscheinenden Masse in der Eprouvette. — Die Nummern 2 erstarren gut durchscheinend, schwach opalisirend, Reihe I durchsichtiger, Reihe II fester, sehr ähnlich dem Tataeiweisse. — Die Nummern 3 erstarren fester, mehr opalisirend als 2, Reihe II schon stark weisslich; Reihe I fester, stärker opalisirend als Nummer 2 derselben Reihe, dem Tataeiweisse am ähnlichsten.

Versuch 2.

In 3 Reihen von Eprouvetten wurden je 5 *cm*³ colirten Hühnereiweisses versetzt mit:

Reihe	einer Lösung von 0·89% Ätzkali und	*cm*³: = circa %	2 40	1·75 35	1·5 30	1·25 25	1 20	0·75 15
I	0·66% Chlornatrium	Nummern	1	2	3	4	5	6
II	0·33% Chlornatrium							
III	0·00% Chlornatrium							

Zum Erstarren gebracht, wie im vorigen Versuche.

Reihe III durchscheinender als II, diese mehr als I. — Reihe II, 1—3 recht schön durchsichtig, etwas opalisirend, wie Kibitz- oder Krähenei weiss, recht fest, besonders schön Nr. 1. — II, 4—6 abnehmend immer weniger durchscheinend, recht fest. Reihe I: Sämmtliche Nummern etwas weniger durchscheinend, aber etwas fester als die gleichen der Reihe II; Reihe III: Sämmtliche Nummern durchscheinender, aber weniger fest als die gleichen der Reihe II.

Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dass man bei rationeller, d. h. auch den relativen Alkali- und Salzgehalt — insbesondere den ersteren — berücksichtigenden Verdünnung des Hühnereiweisses bis zu einem Wassergehalte, der dem des Tataeiweisses ungefähr gleichkommt, ebenfalls, und zwar in allmäligem Übergange zu solchen Eiweisslösungen gelangen kann, welche beim Kochen mehr minder durchscheinende, dem Coagulum des Tataeiweisses ähnliche Gallerten bilden. Wir müssen aus diesen Versuchen — entgegen Tarchanoff — schliessen, dass es vor Allem der verschiedene Wasser- und relative Alkali- und Salzgehalt ist, der den Unterschied von Hühner- und Nesthockereiweiss in Bezug auf das undurchsichtige oder durchsichtige Erstarren bedingt.

Ich bin der Ansicht, dass ebensowenig ein Recht besteht, von der Verschiedenheit zweier Körper zu sprechen, so lange diese Verschiedenheit nicht nothwendigerweise angenommen werden muss, als man berechtigt ist, zwei Körper als identisch zu erklären, so lange diese Identität nicht nothwendigerweise angenommen werden muss.

Für das durchsichtig erstarrte Blutserum und für das durchsichtig erstarrte Hühnereiweiss von Tarchanoff glaube ich den Nachweis erbracht zu haben, dass bei der Herstellung derselben das native Eiweiss ebenso in fällbares Eiweiss übergeht, wie bei der Herstellung des Lieberkühn'schen Alkalialbuminates; für das Hühner- und das Tataeiweiss hat sich aber ergeben, dass die Verschiedenheiten derselben sich zunächst in ausreichender Weise durch ihren verschiedenen Wasser- und Alkaligehalt erklären lassen.